

US 876

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10304634 A**

(43) Date of publication of application: **13 . 11 . 98**

(51) Int. Cl

H02K 21/22
H02K 1/27

(21) Application number: **09134213**

(22) Date of filing: **18 . 04 . 97**

(71) Applicant: **NAKANO KAZUO**

(72) Inventor: **NAKANO KAZUO**

(54) **PERMANENT MAGNET TYPE SYNCHRONOUS MACHINE**

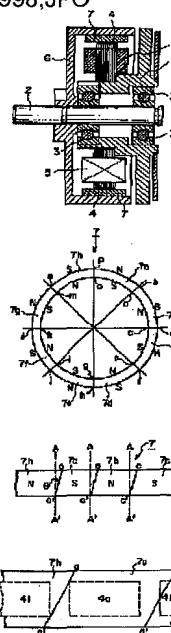
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a synchronous machine which has small cogging torque and has a smooth rotation and thereby has large output with small input, that is, has a high operating efficiency.

SOLUTION: A field structure 7 of a synchronous machine is magnetized so that the inner surfaces of a plurality of permanent magnet sections 7a-7h located in the shape of a ring as a whole around a rotary shaft 2 and close to external ends in the radius direction of salient poles 4a-4i of an armature structure 4 may be magnetized in an N and an S-pole alternately. Each of boundary lines between the adjacent N and S-poles is inclined at a specified angle and is so formed that when projecting an expansion plan of the armature made by expanding the outer surface of the armature facing the inner surface of the ring-shaped field structure in the circumferential direction on an expansion plan of the ring-shaped field structure made by expanding the inner surface of the ring-shaped field structure in the circumferential direction, one of a plurality of the boundary lines between the adjacent poles passes through two diagonally facing corners of rectangular

projected plans of the two adjacent salient poles of the armature in one of spaces in the circumferential direction between each two adjacent salient poles.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2967340号

(45)発行日 平成11年(1999)10月25日

(24)登録日 平成11年(1999) 8 月20日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 K 21/22

識別記号

1/27

5 0 2

F I

H 0 2 K 21/22

1/27

A

M

5 0 2 A

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-134213

(22)出願日

平成9年(1997)4月18日

(65)公開番号

特開平10-304634

(43)公開日

平成10年(1998)11月13日

審査請求日

平成9年(1997)4月18日

(73)特許権者 592117771

中野 一夫

東京都世田谷区三宿 1-8-19

(72)発明者

中野 一夫

東京都世田谷区三宿 1-8-19

(74)代理人

弁理士 久保田 千賀志 (外1名)

審査官

堀川 一郎

(56)参考文献

特開 平9-98557 (J P, A)

特開 平2-206343 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, D B名)

H02K 21/22

H02K 1/27 502

(54)【発明の名称】 永久磁石式同期機

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】回転軸について相対的に回転可能に配置された電機子と界磁とを含む同期機であって、前記電機子は前記回転軸の周りに所定の周方向間隔をおいて配置された9個の突極と、これら突極にそれぞれ巻回されて電機子巻線を構成するよう互いに接続されたコイルとを有し、前記界磁は、前記電機子構造体の突極の半径方向外端に近接して全体としてリング状に前記回転軸の周りに配置された8個の永久磁石部分で構成され、該永久磁石部分はそれぞれが半径方向に着磁されそれぞれの内周面が交互にN極、S極になるように配列されるとともに、該複数個の永久磁石部分の隣接境界線がそれぞれ前記回転軸と平行な方向に対して所定の角度をもって傾斜しており、それによって、該リング状の界磁の内周面に展開した展開図において、該リング状の界磁の内周

2

面に対向する前記電機子の外周面を周方向に展開し、それを前記展開図に投影したとき、前記複数個の隣接境界線のうちのある一つの隣接境界線が丁度前記複数個の突極の周方向間隔のある一つの間隔の投影のところに来たときに該隣接境界線が該周方向間隔を挟んで隣接する両突極の先端の投影長方形の互いに対角線方向に対向する二頂点を通過するよう構成したことを特徴とする同期機。

【請求項2】前記所定の角度は約10度であることを特徴とする、請求項1記載の同期機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電機子と界磁とを含む同期機に関し、特に永久磁石で構成された界磁と、巻線された電機子とを相対的に回転させることによ

り、電力を取り出し、または回転トルクを発生させるように構成した永久磁石式同期機に関する。

【0002】

【従来の技術】同期機、すなわち同期発電機あるいは同期電動機は、電機子回転型と界磁回転型との二つに大きく分けられ、界磁に永久磁石を使用した永久磁石式同期機は界磁回転型が多い。いずれの場合でも、界磁の磁極数と電機子の突極数とは、 $(n-1)$ と n というような整数比で構成されていることが多い。また、リング状の界磁を構成する複数個の永久磁石は、半径方向内側から外側に向かってN極・S極に、あるいはS極・N極に着磁され、またこのリング状の界磁を半径方向内側から見たとき周方向にN極とS極とが交互に配列されている。例えば特開昭63-294243号公報（米国特許4、774、428に対応）には、そのような三相永久磁石回転電気機械が開示されている。

【0003】しかしこのような従来の永久磁石式同期機においては、界磁のリング状永久磁石構造は、各永久磁石部分が半径方向内側から外側に向けてN極とS極、あるいはS極とN極に着磁されているため、電機子の突極が永久磁石のある極と正対した時には最も強い吸引力を生じ、磁極の谷間では急激にその吸引力が減じ、電機子の回転に強いコギングを生じてしまう。そのため発電機としては強い回転トルクを必要とするとともに出力が小さくかつ変動も大きく、また電動機としては回転がスムーズに行われず出力トルクも小さいという欠点があった。

【0004】このようなコギングの問題を改善するために、特開昭59-44957号明細書には磁界を構成する磁極にスキューを付けることが提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし本発明者の研究によれば、磁界を構成する磁極にどのようにスキューをつけるかが問題で、その付け方によってコギングの程度が大きく変動し、また出力に大きく影響することが分かってきた。従ってこの発明の目的は、従来の発電機や電動機における上述の課題、すなわちコギングトルクが大きくて回転がスムーズでなく、そのため機械入力に比し発電効率が低いという従来の欠点を解消し、小入力で大出力、すなわち運転効率の高い同期発電機や同期電動機等の同期機を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、回転軸について相対的に回転可能に配置された電機子と界磁とを含む同期機であって、前記電機子は前記回転軸の周りに所定の周方向間隔を置いて配置された9個の突極と、これら突極にそれぞれ巻回されて電機子巻線を構成するよう互いに接続されたコイルとを有し、前記界磁は、前記電機子構造体の突極の半径方向外端に近接して全体としてリング状に前記回転軸の周りに配置された8

個の永久磁石部分で構成され、該永久磁石部分はそれぞれが半径方向に着磁されそれぞれの内周面が交互にN極、S極になるように配列されるとともに、該複数個の永久磁石部分の隣接境界線がそれぞれ前記回転軸と平行な方向に対して所定の角度をもって傾斜しており、それによって、該リング状の界磁の内周面を周方向に展開した展開図において、該リング状の界磁の内周面に対向する前記電機子の外周面を周方向に展開し、それを前記展開図に投影したとき、前記複数個の隣接境界線のうちのある一つの隣接境界線が丁度前記複数個の突極の周方向間隔のある一つの間隔の投影のところに来たときに該隣接境界線が該周方向間隔を挟んで隣接する両突極の先端の投影長方形の互いに対角線方向に対向する二頂点を通過するよう構成したことを特徴とする同期機によって達成される。

【0007】上記同期機において、好ましくは、上記所定の角度は約10度とする。

【0008】このように構成された同期機にあっては、電機子構造体の突極は n 個で界磁構造体の永久磁石部分の数は8となっているので、永久磁石の磁極と電機子構造体の突極とが正対するのは、常に一對のみであって他が同時に正対することはなく、コギングトルクを減少させることができる。さらに、本発明では、界磁の永久磁石部分はそれぞれが半径方向に着磁されそれぞれの内周面が交互にN極、S極になるように配列されるとともに、該複数個の永久磁石部分の隣接境界線がそれぞれ前記回転軸と平行な方向に対して所定の角度をもって傾斜しており、それによって、該リング状の界磁の内周面を周方向に展開した展開図において、該リング状の界磁の内周面に対向する前記電機子の外周面を周方向に展開し、それを前記展開図に投影したとき、前記複数個の隣接境界線のうちのある一つの隣接境界線が丁度前記複数個の突極の周方向間隔のある一つの間隔の投影のところに来たときに該隣接境界線が該周方向間隔を挟んで隣接する両突極の先端の投影長方形の互いに対角線方向に対向する二頂点を通過するよう構成しているため、電機子の突極が永久磁石の磁極と正対する前後のクロスオーバーしている角度の範囲では永久磁石の磁極と電機子構造体の突極の間に生じる実質吸引力は大きく変化することではなく、これによってもコギングトルクの減少に寄与している。従って、コギングロスが最小な同期機を提供することができ、機械的エネルギーのロス、電気的エネルギーのロスが少なく、小さな入力で大出力を供給する同期機を提供することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の一実施形態を詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態に基づく回転磁界型永久磁石式同期発電機を示す縦断側面図、図2は、図1における同期発電機の電機子コアと界磁のリング状永久磁石配列との位置関係を示す正

面図、図3(a)は図1および図2に示す電機子コアに対して巻回された3相巻線の状態を説明するための図、図3(b)は各突極に巻回されたコイルの巻方向を各相毎に示すための模式図である。また、図4は界磁を説明するための図であって、図4(a)はそのリング状永久磁石配列の正面図、図4(b)は図4(a)に示すリング状永久磁石配列の内周面の一部を周方向に展開して示す内周面部分展開図、図4(c)はリング状永久磁石配列の内周面部分の展開図において、リング状永久磁石配列の該部分に対応する図2における電機子コアの突極の外周面を周方向に展開して投影させた投影展開図である。

【0010】図1において、中空の固定枠体1には、回転軸2がベアリング3、3を介して回転可能に軸承されている。この固定枠体1には、第2図に示すように9個の突極4a、4b、...4iが形成された電機子コア4が固定されている。電機子コア4の突極4a、4b、...4iには電機子巻線5が巻回されている。

【0011】電機子巻線5は、A相のコイル5a、B相のコイル5bそしてC相のコイル5cの3つのコイルで構成されている。A相のコイル5aは、図3(a)、図3(b)に示すように、その始端は突極4aに巻回され、この突極4aに巻回された後、突極4bに巻回され、そして突極4cに巻回されたのち終端として取り出される。巻方向は図示する通りである。同様にB相のコイル5bも突極4dにその始端が巻回され、突極4eから突極4fに巻回されたのち終端が取り出される。巻方向は図示する通りである。C相のコイル5cもその始端が突極4gに巻回され、突極4hから突極4iに巻回されたのち終端が取り出される。巻方向は図示する通りである。すなわち、各相は3巻線で1つの相が形成されている。これら3つのコイル5a、5b、5cは、各終端が共通に結線されてY結線とされる(図5)。

【0012】回転軸2には、ヨーク6が取り付けられており、ヨーク6の内周面には、界磁を形成するためのリング状の永久磁石7が、その内周面が電機子コア4の突極4a~4iの外周端面に近接対向するように取り付けられている。この永久磁石7は図2に示すように、電機子の突極数9より1だけ少ない8個の弧状永久磁石部分7a、7b、...7hで構成されるよう着磁されている。より具体的に言えば、図4(a)により詳細に示すように、各弧状永久磁石部分7a、7b、...7hは、例えば、永久磁石部分7aは内周面が南極(以下S極という)、外周面が北極(以下N極という)になるよう半径方向に着磁され、次の永久磁石部分7bは永久磁石部分7aとは反対に内周面がN極、外周面がS極になるよう半径方向に着磁され、また次の永久磁石部分7cは永久磁石部分7bとは反対に内周面がS極、外周面がN極になるように半径方向に着磁され、以下これと同様に永久磁石部分7d~7hが半径方向に着磁される。す

なわち永久磁石7は、その内周面に、N極、S極が周方向に交番配列するように着磁されている。このように永久磁石7の内周面の極数は、電機子コア4の突極の極数9より1だけ少ない8個に構成されているので、永久磁石部分7a、7b、...7hの極と電機子コア4の突極4a、4b、...4iとが正対するのは、常に一つのみであり、他が同時に正対することはない。

【0013】図4(b)は図4(a)に示すリング状永久磁石界磁の内周面の一部を周方向に展開して示す内周面部分展開図である。また図4(c)は図4(b)におけるリング状永久磁石の内周面部分展開図の一部において、リング状永久磁石のこの部分に対応する図2における電機子コアの突極を周方向に展開してその先端部分を展開図に投影させた投影展開図である。すなわち図4

(c)は、リング状永久磁石配列の内周面部分展開図の上に、図2における突極4aの先端部分とその両隣の突極4iおよび4bの先端部分を半径方向に投影させたところを点線で示しているが、突極4aの先端部分はその投影である長方形の全体を点線で示し、両隣の突極4iおよび4bの先端部分はその投影である長方形を部分的に同じく点線で示している。すなわち、各永久磁石部分7a、7b、...7hは、図4(b)に示すように互いに隣接する永久磁石部分の内周面における各境界線(a-a'、c-c'、e-e'...)が回転軸2の軸線に平行な方向(図4(a)におけるA-A線)に対して所定の傾斜角 θ をもって傾斜するようにスキューさせている。発明者の実験によれば、電機子の突極が9個の時は約10度の傾斜角をもって傾斜させると、コギング減少に最も効果的であることが分かった。さらにまた、

発明者の種々な実験によって、この境界線は、図4(c)に示すように、例えばある一つの境界線o-o'が丁度隣接突極の周方向間隔のある一つの間隔(図4(c)では4iと4aとの間)に來たとき(すなわち、図2に対応)、この隣接境界線がこの周方向間隔を挟んで隣接する両突極(4iと4a)の先端の投影である両長方形の互いに対角線方向に対向する二頂点を通過するように構成したときに最も効果的に作用することが分かった。

【0014】このように構成すれば、突極と永久磁石の磁極とが正対している前後のクロスオーバーしている角度の範囲では、両者の間に生じる実質吸引力は大きく変化することはない。すなわち、図2に示すように、例えば、電機子コア4の突極4aと正対していた永久磁石部分7aのS極が、永久磁石7の回転によってその突極4aと離れ始めると、両者間の吸引力は次第に弱まってくるが、次に位置する突極4bと永久磁石部分7bのN極との間の吸引力が徐々に増加するので、突極4aと永久磁石部分7aのS極との間の吸引力の減少は実質的に相殺されることになる。従って、界磁を構成する永久磁石7の磁極と電機子コア4の突極との間の吸引力の急激な

変化によって生じるコギングトルク変動は軽減される。これは、互いに隣接する永久磁石部分の各境界線を回転軸2の軸線に平行な方向に対して所定の角度をもって傾斜させるとともに、突極の先端形状との関係を上記のようになるように構成したことによる効果である。

【0015】図5は本発明による回転磁界型永久磁石式直流発電機の結線図である。3相のコイル5a、5b、5cの各終端を共通に接続し、各始端をそれぞれ直列接続された2つのダイオードD1aとD1b、D2aとD2b、そしてD3aとD3bの各接続点に接続する。ダイオードD1a、D2a、D3aの各陰極を共通に接続するとともに、D1b、D2b、D3bの各陽極をそれぞれ共通に接続すると、これら共通接続点間には直流電圧が発電されるので、この共通接続点間に負荷Rを接続する。

【0016】

【発明の効果】本発明による回転磁界型永久磁石式直流発電機においては、上述のように界磁を構成する永久磁石7の弧状永久磁石7a、7b、・・・7hの円周方向端縁を、回転軸の方向に対して傾斜させたため、電機子4の突極4a、4b・・・4iに生じる磁束密度の変化は、電機子4の突極が界磁の磁極と正対する前後において抑制され、電機子コイル5に発生する電流はフラットに近い状態となり、直流出力中に含まれるリップル電圧を減少させることができる。

【0017】なお、上述した実施例においては、界磁を構成する永久磁石7を回転させているが、内側の電機子コイル5を回転させるようにしてもよい。その場合には、電力の取出しは、従来のブラシ手段を用いて行えばよい。また、永久磁石を使用しているので励磁電流ロスはなく、整流素子としてロスの少ないSIT等を使用すれば、ロスは更に少なくすることができる。一方、電機子コア4を切る磁束密度は、極大部分が拡がりかつ平坦化されるので、台形波形に近くなり、ダイオードを介して直流に変えた場合変換効率がよい。更に、上述実施例は発電機について説明したが、発電機と電動機とは機構が同一であり、電動機についても本発明が適用できるこ

とは勿論である。以上、好適な実施例を参照してこの発明を説明したが、これらの記載は理解のためであり、この発明は請求の範囲から逸脱しない限り種々の変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に基づく回転磁界型永久磁石式同期発電機を示す縦断側面図である。

【図2】図1における同期発電機の電機子コアと界磁構造体のリング状永久磁石構造との位置関係を示す正面図である。

【図3】図1および図2に示す電機子コアに対して巻回された3相巻線の状態を説明するための図であって、図3(a)は電機子コアに巻回された各相のコイルの巻回状態を示す正面図、図3(b)は各突極に巻回されたコイルの巻方向を各相毎に示すための模式図である。

【図4】界磁構造体を説明するための図であって、図4(a)はそのリング状永久磁石構造の正面図、図4

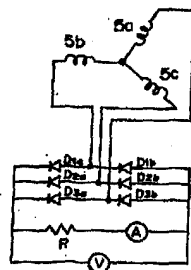
(b)は図4(a)に示すリング状永久磁石構造の内周面の一部を周方向に展開して示す内周面部分展開図、図4(c)は図4(b)に類似するリング状永久磁石構造の内周面部分展開図において、リング状永久磁石構造の該部分に対応する図2における電機子コアの突極を周方向に展開して投影させた投影展開図である。

【図5】本発明による回転磁界型永久磁石式直流発電機の結線図である。

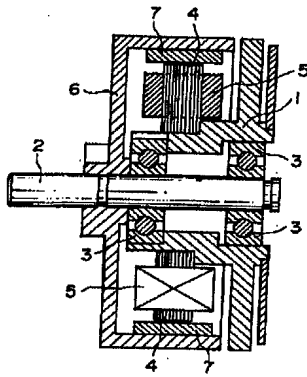
【符号の説明】

- 1 固定枠体
- 2 回転軸
- 3 ベアリング
- 4 電機子コア
- 4a～4i 電機子突極
- 5 電機子巻線
- 5a A相のコイル
- 5b B相のコイル
- 5c C相のコイル
- 6 ヨーク
- 7 リング状永久磁石

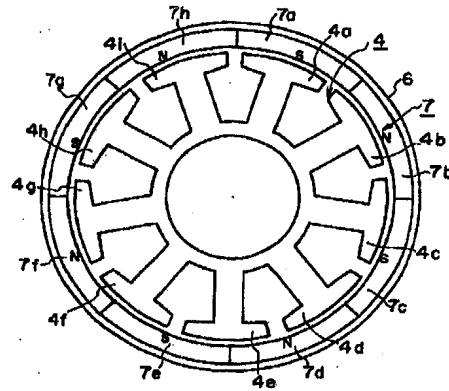
【図5】



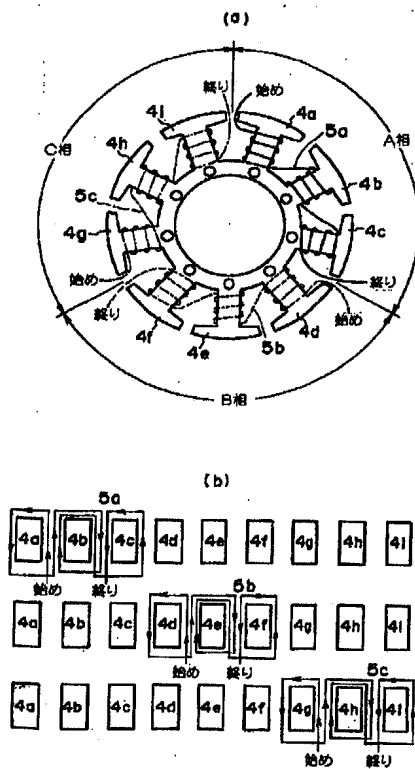
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

